

Loppukokeessa on kuusi samanarvoista tehtävää

1) (Knight Problem 37.51) Avaruusalus matkaa Maasta planeetalle, joka on 10 valovuoden etäisyydellä. Sen matkustajat viipyvät planeetalla vuoden, minkä jälkeen he palaavat samalla vauhdilla kuin menivät planeetalle, ja ovat taas Maassa 26 vuotta lähdön jälkeen. Oleta, että kiihdytyksiin ja jarrutuksiin kulunut aika on merkityksettömän lyhyt.

- Mikä on avaruusaluksen vauhti?
- Kuinka kauan aikaa kuluu koko matkaan sille osallistuneiden henkilöiden kellojen mukaan?

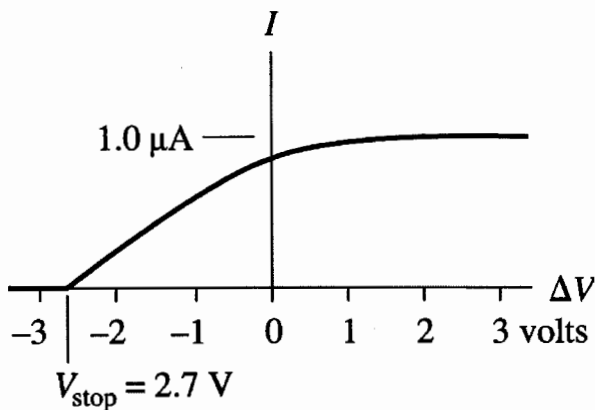
2) a) Piirrä yksinkertaistettu kaavio järjestelystä, jolla voidaan säädettävää jännitettä käyttäen tutkia tyhjiöputkessa kulkevan valosähköisestä ilmiöstä johtuvan virran riippuvuutta vastajännitteestä ja valon intensiteetistä tai aallonpituudesta.

b) Oheisessa kaaviossa on kuvattu valosähköisen ilmiön virta  $I$  anodin ja katodin välisen jännitteen  $\Delta V$  funktiona. Valon aallonpituus on 178 nm. Taulukossa on mahdollisesti käyttökelpoista tietoa eri metalleista. Mistä metallista katodi on valmistettu?

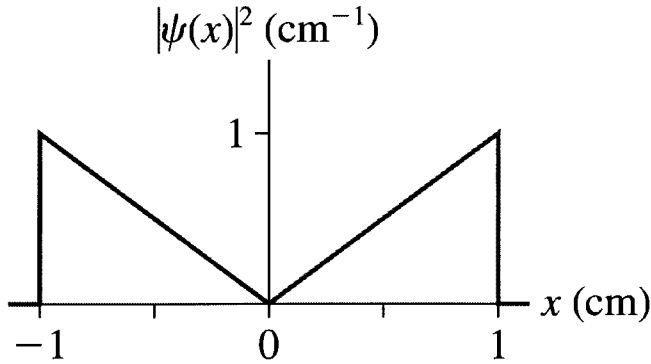
c) Oleta, että kukin foton aiheuttaa fotoelektronin emission 60 % todennäköisyydellä. Kuinka monta fotonia sekunnissa saapuu katodille?

d) Millä teholla valo lämmittää katodia?

Metalli	Ominaisvastus $\rho$ ( $\Omega$ m)	Irrotustyö $E_0$ (eV)
alumiini	$2.8 \times 10^{-8}$	4.3
kupari	$1.7 \times 10^{-8}$	4.7
kulta	$2.4 \times 10^{-8}$	5.1
natrium	$2.0 \times 10^{-8}$	2.7

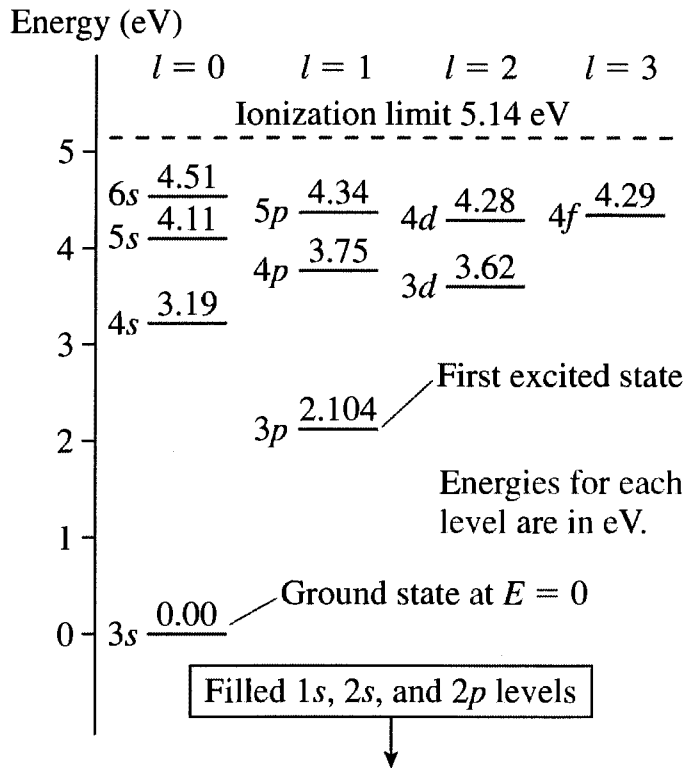


- 3) (Knight Problem 40.33) Kuvassa on kokeellisesti määritetty  $|\psi(x)|^2$  elektroneille.
- Onko elektronin aaltofunktio normitettu? Perustelee vastauksesi.
  - Piirrä  $\psi(x)$  samalla  $x$ -alueella. Varusta molemmat akselit mittakaavalla.
  - Millä todennäköisyydellä elektroni on 0,0010 cm leveässä alueessa pisteessä  $x = 0,00$  cm; pisteessä  $x = 0,50$  cm; pisteessä  $x = 0,999$  cm?
  - Jos havaitaan 10000 elektronia, kuinka monen odotetaan löytyvän alueelta  $-0,30 \text{ cm} \leq x \leq 0,30 \text{ cm}$ ?

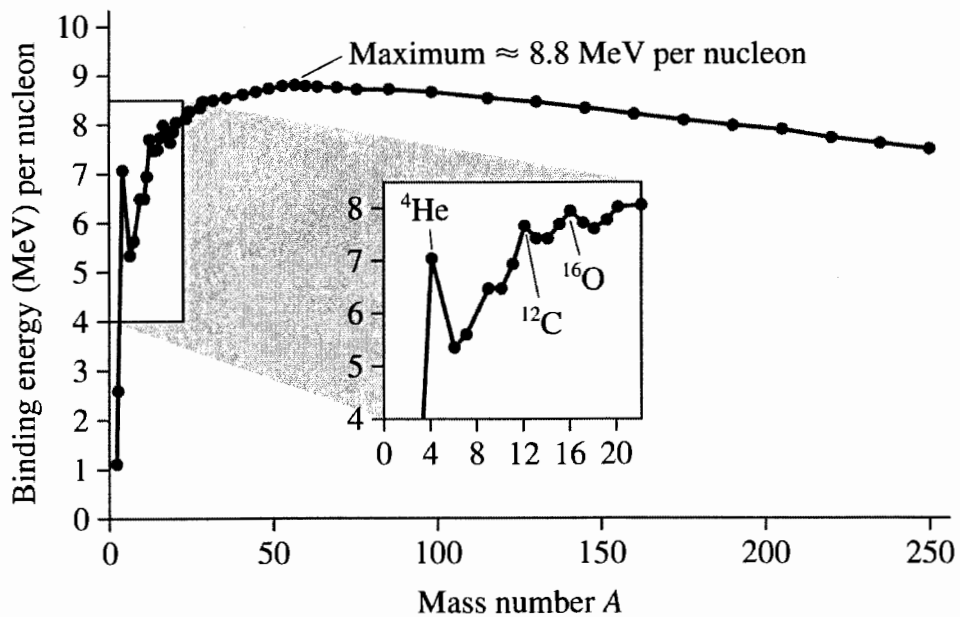


- 4) Vastaa seuraaviin kysymyksiin hyvin lyhyesti.
- Mitä tarkoitetaan klassisesti kielletyllä alueella?
  - Mikä oleellinen tieto liittyy aaltofunktion solmukohtien tai kupujen lukumäärään?
  - Mitä tarkoitetaan nollapisteliikkeellä?
  - Mitä erikoista on kvanttimekaanisen harmonisen värähtelijän ominaistilojen välisissä energiaeroissa (verrattuna esimerkiksi vetyatomiin tai hiukkaseen laatikossa)?

5) (Knight Problem 42.37) a) Mitkä energiassa alaspäin vievät siirtymät ovat sallittuja 6s-tilassa olevassa natriumatomissa (kuva alla)? b) Mikä on kussakin siirtymässä fotonin aallonpituus? Tilojen energiat on annettu eV-yksiköissä tason kohdalla.



6) (Knight Problem 43.44-45) a) Mitä tarkoitetaan ytimen sidosenergialla? Ohessa on kuvattuna sidosenergia nukleonia kohti  $B/A$  ytimen massaluvun  $A$  funktiona. b) Arvioi kuvan tietojen avulla, kuinka paljon energiaa vapautuu, kun ydin, jonka massaluku on 240, fissioituu kahdeksi ytimeksi, joiden massaluku on 120. c) Arvioi, kuinka paljon energiaa vapautuu, kun kolme  ${}^4\text{He}$ -ydintä fuusioituu (yhtyy) yhdeksi  ${}^{12}\text{C}$ -ytimeksi.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

\*\*\*\*\*

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$